



Title	Artificial modulation of self-organized structures in liquid crystals and its application to photonic devices
Author(s)	吉田, 浩之
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49553
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	よし だ ひろ ゆき 吉 田 浩 之
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 9 6 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学 位 論 文 名	Artificial modulation of self-organized structures in liquid crystals and its application to photonic devices (液晶の自己組織化の人為制御と光機能デバイスへの応用に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 尾 崎 雅 則 (副査) 教 授 森 勇 介 教 授 大 森 裕 教 授 伊 藤 利 道 教 授 片 山 光 浩 教 授 杉 野 隆 教 授 栖 原 敏 明 教 授 近 藤 正 彦 教 授 谷 口 研 二 教 授 森 田 清 三 教 授 八 木 哲 也

論 文 内 容 の 要 旨

20 世紀後期の人類の生活水準の向上を支えてきた半導体の微細加工技術が物理的な限界に近づくにつれ、それらの材料が提供する機能をより安価で環境にやさしい有機材料で実現しようとする動きが近年非常に活発になっている。1980 年代から徐々に普及してきた液晶材料を用いたディスプレイ機器は、今ではブラウン管ディスプレイを完全に置き換えており、有機材料のエレクトロニクス分野におけるポテンシャルを如実に示

している。

一方で「液晶」という言葉を世に知らしめた液晶ディスプレイは、数ある魅力的な液晶相のうちの最も単純な相、ネマティック相を用いているにすぎず、液晶の性質の中でも外場応答性と異方性を利用しているにすぎない。自己組織性は液晶のもつ大きな魅力の一つであり、液晶相によってはナノメートルからサブミクロンオーダーの構造が自発的に形成されるが、これらの構造を制御することができれば、さまざまな電子・光デバイスに応用できる可能性がある。

本論文では、上記のような視点から、液晶が自己組織的に形成する構造を人為的に制御する手法を提案し、得られた構造の光機能デバイスへの応用を検討した。論文は緒言と結言を含む全 9 章からなっており、各章の概要は以下の通りである。
第 1 章では、本研究の目的や意義、基本的概念について述べた。第 2 章では、本来は光の伝搬が禁制であるコレステリック液晶の選択反射バンド中に、伝搬が許容されるフォトリック欠陥モードを発現させる新しいプロセス法を提案・実現した。第 3 章では、光重合性コレステリック液晶を局所的に重合した際に起こる螺旋ピッチの変調の原因を探るとともに、その現象の多波長光リフレクターへの応用を提案した。第 4 章では、コレステリック液晶を共振器としてレーザーデバイスの新しい素子構造を提案し連続的な波長可変発振を実現した。第 5 章では、自己組織的に 3 次元周期構造を形成するコレステリックブルー相を光重合した際に液晶のテクスチャが崩壊するという現象を報告し、またその原因について検討した。第 6 章では、2 光子励起過程を介した光造形プロセスを非液晶性の光重合性ポリマーに施し、作製した微小構造を液晶の配向に利用することを提案し、その配向特性について検討した。第 7 章では、1 次元フォトリック結晶中に同心円配向したネマティック液晶欠陥層を導入し、偏光素子としての特性を検討した。第 8 章では、2 光子励起偏光蛍光観察法という液晶の配向状態の新しい観察手法を提案し、現行の手法に対する優位性を示した。第 9 章では、第 2 章から第 8 章までで得られた研究成果を総括し、本研究の結論を述べた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、液晶が自己組織的に形成する構造を人為的に制御する手法ならびにそれにより得られた構造の光機能デバイスへの応用に関する研究をまとめたものであり、以下の 9 章より構成されている。

第 1 章では、本研究の背景を述べるとともに、本論文の目的と意義を明らかにしている。さらに、液晶、フォトリック結晶、異方性媒質中の光伝搬などに関して概説したのち、本論文の構成を述べている。

第 2 章では、コレステリック液晶の選択反射バンド中のフォトリック欠陥モードを発現させる新しい手法として、光重合性コレステリック液晶の螺旋ピッチを二光子励起光重合法により局所的に変調する方法を提案し、実験および理論的にその性質を明らかにしている。

第 3 章では、光重合性コレステリック液晶を局所的に重合した際に起こる螺旋ピッチ変化の原因を明らかにするとともに、その現象を応用した多波長光リフレクターを提案している。

第 4 章では、コレステリック液晶の螺旋軸が基板に平行な新しい構造のレーザー素子を提案し、その動作を実証するとともに発振波長が連続的に制御可能であることを示している。

第 5 章では、三次元螺旋周期構造を形成するコレステリックブルー相の構造を光重合性液晶を用いて固定化する手法を提案している。その過程で液晶配向構造の崩壊現象を見出すとともにその発現条件と機構について検討している。

第 6 章では、二光子励起直接描画光造形プロセスにより作製した微小グレーティング構造を用いることにより、液晶の配向を任意の領域内で任意の方位に制御可能な新しい液晶配向方法を提案し、その配向特性を明らかにして

いる。

第7章では、一次元フォトニック結晶中に同心円配向したネマティック液晶欠陥層を導入し、その光伝搬特性を明らかにするとともに偏光素子への応用の可能性を検討している。

第8章では、液晶の三次元配向状態を観察する新しい手法として二光子励起偏光蛍光観察法を提案し、既存の観察手法との比較を行いその優位性を示している。

第9章では、第2章から第8章までで得られた結果を総括し、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は、自己組織的に形成される液晶分子秩序に人為的な配向制御を付与することにより新たに発現する特異な性質を明らかにするとともに、光励起レーザーや偏光制御素子などの光機能デバイス応用の可能性を示し、自己組織化ソフトマテリアルのエレクトロニクス分野への応用について極めて重要な展望を与えており、電気電子情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。